



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 196 33 744.5
22 Anmeldetag: 22. 8. 96
43 Offenlegungstag: 26. 2. 98

71 Anmelder:
Baumüller Anlagen-Systemtechnik GmbH & Co.,
90482 Nürnberg, DE

74 Vertreter:
Matschkur Götz Lindner, 90402 Nürnberg

72 Erfinder:
Götz, Fritz Rainer, Dr.-Ing., 90522 Oberasbach, DE;
Ludwig, Rainer, Dipl.-Ing., 90409 Nürnberg, DE

56 Entgegenhaltungen:
DE 42 42 438 C2

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Ringgraph in einem elektrischen Antriebssystem

57 Elektrisches Antriebssystem zur Verstellung von mehreren bewegbaren Funktionsteilen von Geräten und Maschinen, insbesondere von Zylindern oder Walzen von Druckmaschinen, in ihrer Lage, Geschwindigkeit oder Beschleunigung, mit mehreren Elektromotoren, die mit einem jeweils zugeordneten Funktionsteil verbunden sind, mit mehreren Leistungselektronikteilen, die ausgangsseitig mit je einem Elektromotor zu dessen Ansteuerung verbunden sind, mit mehreren Signalverarbeitungseinheiten, die zur Aufnahme von Leit-, Steuer-, Soll- und/oder Lage-, Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungssignalen von etwaigen Leitrechnern und/oder Lagegebern an den Funktionsteilen oder Läufem der Elektromotoren ausgebildet und mit den jeweiligen Leistungselektronikteilen zu deren steuerungs- oder regelungstechnischen Kontrolle verbunden sind, und mit einem Graphen in einer Ringstruktur, nach welchem die Signalverarbeitungseinheiten als Signalverarbeitungsknoten jeweils über eigene Sende- und Empfangsorgane reihum zur Kommunikation miteinander gekoppelt sind, wobei jeder Signalverarbeitungsknoten redundant mit wenigstens zwei Sende- und mit zwei Empfangsorganen zur Realisierung eines redundanten Informationsumlaufs in der Ringstruktur sowie mit den Sende- und Empfangsorganen zwischengeschalteten Umschalt- und Kommunikationssteuermitteln versehen ist, wobei die Umschaltmittel derart angeordnet und von den Kommunikationssteuermitteln derart ansteuerbar sind, daß der Eingang der ...

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 98 702 089/214

9/24

BEST AVAILABLE COPY

DE 196 33 744 A 1

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Antriebssystem zur Verstellung von mehreren bewegbaren Funktionsteilen von Geräten und Maschinen, insbesondere von Zylindern oder Walzen von Druckmaschinen, in ihrer Lage, Geschwindigkeit oder Beschleunigung, mit mehreren Elektromotoren, die mit einem jeweils zugeordneten Funktionsteil verbunden sind, mit mehreren Leistungselektronikteilen, die ausgangsseitig mit je einem Elektromotor zu dessen Ansteuerung verbunden sind, mit mehreren Signalverarbeitungseinheiten, die zur Aufnahme von Leit-, Steuer-, Soll- und/oder Lage-, Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungssignalen von etwaigen Leitrechnern und/oder Lagegebern an den Funktionsteilen oder Läufern der Elektromotoren ausgebildet und mit den jeweiligen Leistungselektronikteilen zu deren steuerungs- oder regelungstechnischen Kontrolle verbunden sind, wobei die Signalverarbeitungseinheiten als Knoten eines Graphen in einer Ringstruktur angeordnet und jeweils über eigene Sende- und Empfangsorgane reihum zur Kommunikation miteinander gekoppelt sind.

Antriebssysteme etwa dieser Art, bei denen eine Mehrzahl von digitalen Signalprozessoren in einer Ringstruktur unter Verwendung von Lichtwellenleitern und seriellen Kommunikationsschnittstellen miteinander verknüpft sind, sind in der Automatisierungstechnik bekannt (vgl. "SERCOS interface — digitale Schnittstelle zur Kommunikation zwischen Steuerungen und Antrieben in numerisch gesteuerten Maschinen" der Fördergemeinschaft SERCOS interface e.V., Pelzstraße 5, D-5305 Alfter/Bonn). Allerdings ist die Verletzbarkeit der Kommunikationsstruktur eines solchen, als Ringgraphen angeordneten Multi-Prozessorsystems nicht zu vernachlässigen. Fällt ein Prozessorknoten und/oder ein Kommunikationspfad zwischen zwei Knoten aus, ist der Kommunikatoinsring unterbrochen und eine Synchronisation der über den Ringgraphen zu steuernden und anzutreibenden Funktionsteile kaum noch möglich. Deshalb ist die entsprechende Maschine herunterzufahren bzw. anzuhalten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei elektrischen Antriebssystemen mit in Ringstruktur kommunizierenden, mehreren Signalverarbeitungseinheiten den Verletzbarkeitsgrad des entsprechenden Ringgraphen zu erniedrigen und damit die Gesamtverfügbarkeit des Antriebssystems zu erhöhen. Gleichzeitig soll eine einfache und übersichtliche Struktur der Signalverarbeitungsanordnung und -software bei möglichst geringem Bedarf an Baukomponenten gegeben sein.

Zur Lösung wird bei einem Antriebssystem der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß jede Signalverarbeitungseinheit redundant mit wenigstens zwei Sende- und mit zwei Empfangsorganen zur Realisierung eines redundanten Informationsumlaufs in der Ringstruktur sowie mit den Sende- und Empfangsorganen zwischengeschalteten Umschalt- und Kommunikationssteuermitteln versehen ist, und die Umschaltmittel derart angeordnet und von den Kommunikationssteuermitteln derart ansteuerbar sind, daß der Eingang der Kommunikationssteuermittel an dem internen Ausgang entweder des einen oder des anderen Empfängerorgans anliegt. Bei Ausfall eines Knotens oder eines Kommunikationspfades kann so die verbleibende Kommunikationsstruktur trotz aufgeschnittenen Pfades weitgehend funktionsfähig gehalten werden, indem mittels der Kommunikationssteuermittel vom ge-

störten Empfängerorgan auf das redundante, mit einem intakten Knoten verbundene Empfängerorgan umgeschaltet wird. Kommunikationssteuermittel können dann einen ordnungsgemäßen Informationsstrom aus dem redundanten Empfängerorgan umgeleitet aufnehmen, verarbeiten und zur Weitergabe an einen Kommunikationspfad zum nächsten intakten Knoten aufbereiten.

Mit der Erfindung wird die Möglichkeit einer einfachen Hardware- und/oder Verbindungsstruktur eröffnet, indem die internen Eingänge der beiden Sendeorgane einer Signalverarbeitungseinheit mit dem Ausgang der empfangene Informationen verarbeitenden Kommunikationsmittel parallel verbunden sind. Damit ist gewährleistet, daß selbst bei Ausfall eines der beiden Sendeorgane bzw. Unterbrechung des an diesem angeschlossenen Kommunikationspfades gleichwohl der Informationsstrom auf dem verbleibenden, redundanten Kommunikationspfad zum nächsten Knoten weitergesendet werden kann. Denn mit der Umschaltung auf einen Reserveempfänger, wodurch ein fehlerhafter Kommunikationspfad ausblendbar ist, und mit den parallel aktivierten bzw. gespeisten Sendern läßt sich immer eine Kommunikationsschleife im Fehlerfall schließen. Eine ringartige Kommunikationsstruktur mit Anfang und Ende in einem Masterknoten kann (reduziert) erhalten bleiben.

Nach einer Ausbildung der Erfindung ist jeder Signalverarbeitungseinheit oder in den zugehörigen Kommunikationssteuermitteln ein Flag, das heißt ein Kenn- oder Markierzeichen angelegt, je nach dessen Zustand die Kommunikationssteuermittel zum Ansteuern der Umschaltmittel initiiert werden. In weiterer Konkretisierung dieses Gedankens ist dieses Flag durch Erkennungsmittel setzbar, die auf Erkennung von Fehlern, insbesondere in der Kommunikation oder in den kommunizierenden Rechnerknoten ausgerichtet sind. Kommunikationssteuermittel bzw. -schnittstellen mit Erkennung und Behandlung von Kommunikationsfehlern sind an sich bekannt (vgl. eingangs genannte Fundstelle "SERCOS interface", Seite 14). Die dabei vorgesehenen Fehlerbehandlungsmechanismen können vorliegend vorteilhaft zur Ausnutzung und zum gezielten Einsatz der erfindungsgemäß vorgesehenen Redundanz an Empfänger- und Senderorganen vorgesehen sein.

Nach einer besonderen Ausbildung der Erfindung sind die redundanten Sende- und Empfangsorgane jeder Signalverarbeitungseinheit bzw. jedes Knotens der Ringstruktur zueinander gegensinnig ausgerichtet, um redundante Informationsflüsse mit im Ring einander entgegengesetzten Umlaufsinn zu realisieren. Dabei läßt sich jeder Signalverarbeitungsknoten über zwei zueinander redundante Sende- und Empfangsorgane und zugehörigen Sende- und Empfangspfaden mit der jeweils nächstbenachbarten Signalverarbeitungseinheit koppeln. Im Ringgraph entstehen also zwei Kommunikationsringe, welche die Signalverarbeitungsknoten zueinander gegenläufig durchsetzen. Fällt ein Knoten aus oder ist er in seiner Kommunikationsfähigkeit gestört, läßt sich dies mit der genannten Störungserkennungseinrichtung detektieren, woraufhin die Kommunikationssteuermittel zum Umschalten auf den zweiten Empfängerkanal betätigt werden, der von einem anderen, nicht gestörten Signalverarbeitungsknoten aus gespeist ist. Damit ist eine Um- und Rückleitung von entsprechenden Informationen (Quittungs- und Fehlermeldungen usw.) zum Master-Signalverarbeitungsknoten des Multi-Signalverarbeitungsringes trotz Ausfall eines

Kommunikationspfades oder Knotens ermöglicht.

Beim Umschalten vom gestörten Empfänger-Kommunikationspfad auf den redundanten Empfänger-Kommunikationspfad sind jedoch zwischen beiden vorhandene Laufzeitunterschiede zu beachten. Zur Lösung dieser Problematik ist nach einer besonders vorteilhaften, alternativen Ausbildung der Erfindung ein Konzept der "automatischen Überbrückung" vorgesehen: In jedem Signalverarbeitungsknoten sind die redundanten Sende- und Empfangsorgane bezüglich des Kommunikationsringes zueinander gleichsinnig ausgerichtet, so daß die redundanten Informationsflüsse im Ring mit gleichen Umlaufsinn strömen können. Zudem ist jeder Signalverarbeitungsknoten über ein Sende- oder Empfangsorgan mit dem jeweils nächstliegend angeordneten Signalverarbeitungsknoten und über das redundante Sende- oder Empfangsorgan mit dem jeweils übernächsten Signalverarbeitungsknoten gekoppelt. Damit kann im Fehlerfall ein Signalverarbeitungsknoten, der mit einem anderen, gestörten und unmittelbar benachbarten Signalverarbeitungsknoten zum Informationsempfang gekoppelt ist, das entsprechende Empfangsorgan abschalten bzw. auf ein redundantes Empfangsorgan umschalten, welches von einem weiteren Signalverarbeitungsknoten aus gespeist wird, der in der Ringstruktur dem gestörten vorausgeht. Unterschiede in den Laufzeiten zwischen dem ersten und dem zweiten Empfangskanal sind dabei so vernachlässigbar, daß eine zeitgesteuerte Umschaltung nicht notwendig ist.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und vorteilhafte Wirkungen auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus den beigefügten Patentansprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung und den Zeichnungen. Diese zeigen jeweils schematisch in

Fig. 1 die Kommunikationsflüsse eines Multi-Signalprozessorsystems mit zwei gegenläufigen Kommunikationsringen,

Fig. 2a die Anordnung zur Umschaltung zwischen zwei Empfängerkanälen in einem Prozessorknoten aus der Anordnung nach Fig. 1 im Zustand "Teilnehmer aktiv",

Fig. 2b die genannte Anordnung im Zustand "Teilnehmer als Repeater",

Fig. 3 die prinzipielle Integration des Multi-Processorsystems nach Fig. 1 in einem Multi-Mastersystem,

Fig. 4 die Kommunikationsflüsse eines Multi-Signalprozessorsystems mit einem unidirektionalen Kommunikationsring und Überbrückungs-Kommunikationspfaden,

Fig. 5 die Anordnung zur Umschaltung zwischen zwei redundanten Empfängerkanälen in einem Prozessorknoten aus dem Multi-Processorsystem nach Fig. 4,

Fig. 6 dessen prinzipielle Integration in ein Multi-Mastersystem.

Im Beispiel gemäß Fig. 1 umfaßt der gezeichnete Ringgraph fünf digitale Signalprozessorknoten Ma, Sl, von denen einer, Master Ma genannt, die Leitstation bildet. Dieser steuert die Kommunikation innerhalb des Ringes. Die anderen Prozessorknoten Sl, Slaves genannt, unterliegen in einer hierarchischen Struktur der Kontrolle des Masters. Wegen weiterer Einzelheiten der an sich bekannten Master-Slave-Ringkommunikation wird auf die oben genannte Fundstelle, die Norm IEC 1491 und den Fachaufsatz "Einchip-Controller für das SERCOS-interface" von E. Kiel und O. Schierenberg in Elektronik 1992, S. 50 ff. insbesondere verwiesen.

Erfindungsgemäß ist jeder Knoten Ma, Sl für die

Ringkommunikation redundant mit zwei Empfängern E_1, E_2 und zwei Sendern S_1, S_2 ausgestattet. Ferner weist jeder Prozessorknoten Ma, Sl einen Kommunikationscontroller CC auf, der den redundanten Empfängern E_1, E_2 und S_1, S_2 zwischengeschaltet ist und der Analyse, Verarbeitung, Anreicherung und Weitergabe der zyklisch im Ring ausgetauschten Informationstelegramme dient. Mit den jeweils ersten Sendern und Empfängern S_1, E_1 der in jedem Prozessorknoten redundanten Sender- und Empfängerpaare wird in an sich üblicher Weise ein erster Kommunikationsring realisiert, der aus den fünf, zwischen den Prozessorknoten verlaufenden Kommunikationspfaden oder -kanten K1 gebildet ist. Die Sender S_1 und Empfänger E_1 sind im Ring so ausgerichtet, daß der Informationsfluß gemäß Fig. 1 entgegen dem Uhrzeigersinn verläuft. Diesen jeweiligen ersten Sender- und Empfängerpaaren S_1, E_1 entgegengesetzt sind die jeweiligen zweiten Sender- und Empfängerpaare S_2, E_2 , mit denen zwischen den Prozessorknoten Ma, Sl eine zweite Gruppe von Kommunikationspfaden K2 mit Informationsfluß im Uhrzeigersinn geschaffen wird. Der resultierende Kommunikationsring (gestrichelt gezeichnet) besitzt also eine Informationsflußrichtung, die dem ersten (durchgehend gezeichneten) Kommunikationsring entgegengesetzt ist.

Gemäß Fig. 2a befindet sich der detaillierter dargestellte Knoten gerade im Zustand "Teilnehmer aktiv", das heißt, er fügt dem vom vorausgehenden Knoten erhaltenen Bitstrom eigene Informationsbits hinzu (vgl. Elektronik aaO, insbesondere Bild 2). Im fehlerfreien Normalfall sind die aus den jeweiligen redundanten Sendern S_1, S_2 gelangenden Informationsflüsse übereinstimmend, dadurch eine Umschalteneinrichtung U stets nur einer der redundanten Empfängerströme E_1, E_2 weiterverarbeitet wird. Erkennt ein Prozessorknoten Ma, Sl mittels seines Kommunikationscontrollers CC oder sonstiger Kommunikationssteuermittel (z. B. der marktübliche Einchip-Controller SERCON410A) eine Störung oder einen Ausfall im unmittelbar benachbarten Prozessorknoten aufgrund beispielsweise zweier aufeinanderfolgender fehlerhafter Übertragungen mit diesem, wird die Umschaltanordnung gemäß Fig. 2a betätigt: Von dem Empfänger E_1 , der von dem gestörten Prozessorknoten zu speisen ist, wird mit Hilfe des zeitgesteuerten Umschalters U auf den Reserveempfänger E_2 umgeschaltet, so daß der Kommunikationscontroller CC nun mit dem Sender des in der Ringstruktur entgegengesetzt benachbarten Prozessorknotens in Verbindung steht. Dieser ist ebenfalls mit einer Umschaltanordnung nach Fig. 2a versehen. An den Ausgang des Kommunikationscontrollers CC sind die beiden redundanten Sender S_1, S_2 mit ihren internen Eingängen parallel angelegt, so daß sie ständig mit übereinstimmenden Informationsflüssen allerdings in entgegengesetzten Richtungen aktiv gehalten werden. Der Umschalter U läßt sich vom Kommunikationscontroller CC über dessen Flaggsignal F nach Erkennung einer Störung ansteuern.

Gemäß Fig. 2b befindet sich der dargestellte Knoten im anderen Zustand für "Teilnehmer als Repeater". Der Knoten hat seine Eigen-Informationsbits in den weiterzuleitenden Bitstrom bereits eingefügt, und nun sind lediglich im Bitstrom die erhaltenen Informationen unverändert weiterzuleiten. Mit anderen Worten, der Kommunikationscontroller versetzt den ihm zugeordneten Knoten in eine Funktion ausschließlich als "Repeater", in der über die redundanten Empfänger E_1, E_2 erhaltene Informationsbits unverändert weitergegeben bzw. "wie-

derholt" werden. Dies ist in Fig. 2b dadurch veranschaulicht, daß die internen Ausgänge der Empfängerorgane E_1 , E_2 direkt mit dem jeweiligen Sendeorgan S_1 , S_2 direkt verbunden sind.

Fig. 3 zeigt die Einbindung des Ringgraph mit redundant gegenläufigen Informationsflüssen in ein Multi-Mastersystem, bei dem die Prozessorknoten Ma , Sl je einer Maschinenachse zu deren geregelten Antrieb zugeordnet sein können. Eine Leitebene bilden speicherprogrammierbare Steuerungen SPS, die über serielle Kommunikationsschnittstellen SKS mit dem Lokalbus L eines digitalen Master-Signalprozessors Ma gekoppelt sind. Dieser ist über eine weitere, an den Lokalbus L angekoppelte, serielle Kommunikationsschnittstelle SKS in die oben erläuterte Doppel-Ringstruktur $K1$, $K2$ als Leitstation integriert. Über weitere serielle Kommunikationsschnittstellen SKS sind auch die als Slave-Knoten Sl arbeitenden, anderen digitalen Signalprozessoren in die Doppel-Ringstruktur eingefügt. Die seriellen Kommunikationsschnittstellen SKS werden zweckmäßig mit separaten Komponenten, beispielsweise dem oben genannten Einchip-Controller SERCON410A realisiert, und zwar sowohl für die speicherprogrammierbaren Steuerungen, die Master-Prozessorknoten als auch die Slave-Prozessorknoten. Um die genannte, redundante Multi-Prozessor-Ringstruktur $K1$, $K2$ mit einer benachbarten Multi-Prozessor-Ringstruktur $K3$ zu synchronisieren, ist eine besondere serielle Synchronisationsschnittstelle SSKS in den Ring $K1$, $K2$ eingefügt. Dazu ist diese, ebenso wie die anderen Kommunikationsschnittstellen SKS, mit zwei Empfängern und Sendern E_1 , E_2 , S_1 , S_2 redundant ausgestattet. Andererseits ist diese Synchronisationsschnittstelle mit dem Lokalbus $L3$ des Master-Prozessorknotens Ma der benachbarten Ringstruktur $K3$ verbunden. Die serielle Synchronisationskommunikationsschnittstelle SSKS ist mit dem Master-Prozessorknoten Ma der redundanten Ringstruktur $K1$, $K2$ mittelbar über eine weitere serielle Kommunikationsschnittstelle SKS verbunden, die direkt an dessen lokalen Bus L angekoppelt ist.

Die Ausführung nach Fig. 4 unterscheidet sich von der nach Fig. 1 dadurch, daß anstelle des zweiten, redundanten, gegenläufigen Informationsringes Kommunikationsüberbrückungspfade Kb (gestrichelt gezeichnet) verwendet sind. Diese verlaufen jeweils vom zweiten, redundanten Sender S_2 eines Prozessorknotens zum in (gemäß Fig. 4 dem Uhrzeigersinn entgegengesetzter) Informationsflußrichtung übernächsten Prozessorknoten Ma , Sl . Also ist jeder Prozessorknoten sowohl empfängerseitig als auch senderseitig mit zwei weiteren, unterschiedlichen Prozessorknoten Ma , Sl dieser Ringstruktur über Kommunikationspfade $K1$, Kb verbunden.

Bei dieser Konfiguration ist im Fehlerfall gemäß Fig. 5 eine verhältnismäßig einfache Umschaltung vom Empfänger 1 zum Empfänger 2 mittels einer vereinfachten Umschalteneinrichtung Ub möglich, die keine Zeitsteuerelemente aufweisen muß. Dabei läßt sich der Empfang vom ausgefallenen nächstliegend sendenden Nachbarknoten ausblenden, und statt dessen der Sendestrom des übernächstliegenden bzw. weiter zurückliegenden Knotens verwenden.

Das in Fig. 6 gezeigte Multi-Mastersystem entspricht dem in Fig. 3, allerdings mit dem Fig. 4 entsprechenden Unterschied, daß Überbrückungs-Kommunikationspfade Kb (gestrichelt gezeichnet) anstelle eines gegenläufigen Rings verwendet sind. Fällt ein Slave-Prozessorknoten Sl aus, kann dieser Ausfall durch Umschaltung vom ersten auf den zweiten Empfängerkanal E_2 und

mittels eines Kommunikations-Oberbrückungspfades Kb überbrückt werden. Im übrigen gelten die Ausführung zur Fig. 3 für Fig. 6 entsprechend.

Bei den Multi-Mastersystemen nach Fig. 3 und Fig. 6 lassen sich jeweils die Teile mit den redundanten Ringstrukturen $K1$, $K2$ bzw. $K1$, Kb mit erweiterter Verfügbarkeit auch dann weiterbetreiben, wenn einer der Slave-Prozessorknoten Sl ausgefallen ist.

Patentansprüche

1. Elektrisches Antriebssystem zur Verstellung von mehreren bewegbaren Funktionsteilen von Geräten und Maschinen, insbesondere von Zylindern oder Walzen von Druckmaschinen, in ihrer Lage, Geschwindigkeit oder Beschleunigung, mit mehreren Elektromotoren, die mit einem jeweils zugeordneten Funktionsteil verbunden sind, mit mehreren Leistungselektronikteilen, die ausgangsseitig mit je einem Elektromotor zu dessen Ansteuerung verbunden sind, mit mehreren Signalverarbeitungseinheiten, die zur Aufnahme von Leit-, Steuer-, Soll- und/oder Lage-, Geschwindigkeits-, und/oder Beschleunigungssignalen von etwaigen Leitrechnern und/oder Lagegebern an den Funktionsteilen oder Läufern der Elektromotoren ausgebildet und mit den jeweiligen Leistungselektronikteilen zu deren steuerungs- oder regelungstechnischen Kontrolle verbunden sind, und mit einem Graphen in einer Ringstruktur, nach welchem die Signalverarbeitungseinheiten als Signalverarbeitungsknoten (Ma , Sl) jeweils über eigene Sende- und Empfangsorgane ($E1$, $S1$) reihum zur Kommunikation ($K1$) miteinander gekoppelt sind, da durch gekennzeichnet, daß jeder Signalverarbeitungsknoten (Ma , Sl) redundant mit wenigstens zwei Sende- und mit zwei Empfangsorganen ($E1$, $E2$, $S1$, $S2$) zur Realisierung eines redundanten Informationsumlaufs ($K2$, Kb) in der Ringstruktur sowie mit den Sende- und Empfangsorganen zwischengeschalteten Umschalt- und -Kommunikationssteuermitteln (U , Ub , CC) versehen ist, wobei die Umschaltmittel (U , Ub) derart angeordnet und von den Kommunikationssteuermitteln (CC) derart ansteuerbar sind, daß der Eingang der Kommunikationssteuermittel (CC) an dem internen Ausgang entweder des einen oder des anderen Empfängerorgans ($E1$, $E2$) anliegt.

2. Antriebssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die internen Eingänge der beiden Sendeorgane ($S1$, $S2$) mit dem Ausgang der Kommunikationssteuermittel (CC) parallel verbunden sind.

3. Antriebssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Signalverarbeitungsknoten (Ma , Sl) oder den Kommunikationssteuermitteln (CC) ein Flag (F) implementiert ist, durch das die Kommunikationssteuermittel (CC) in einen Zustand zum Ansteuern der Umschaltmittel (U , Ub) versetzbar ist.

4. Antriebssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Signalverarbeitungsknoten (Ma , Sl) oder den Kommunikationssteuermitteln (CC) für eine etwaige Störung in der Kommunikation mit einem anderen, insbesondere benachbarten und/oder direkt verbundenen Signalverarbeitungsknoten (Ma , Sl) Erkennungsmittel angelegt sind, durch die das Flag (F) setzbar ist.

5. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Umschaltmittel (U) mit einer Zeitsteuerkomponente versehen oder verbunden ist, wodurch zeitweise die internen Ausgänge der Empfängerorgane (E1, E2) je mit einem internen Eingang der Sendeorgane (S1, S2) zur Realisierung einer Repeaterfunktion direkt verbindbar sind. 5
6. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die redundanten Sende- und Empfangsorgane S1, S2, E1, E2) jedes Signalverarbeitungsknoten (Ma, Sl) zueinander gleichsinnig zur Realisierung redundanter Informationsflüsse (K1, Kb) gleichen Umlaufsinn in der Ringstruktur angeordnet sind. 10
7. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Signalverarbeitungsknoten (Ma, Sl) senderund/oder empfängerseitig mit jeweils mit zwei weiteren, unterschiedlichen Signalverarbeitungsknoten verbunden (K1, Kb) ist. 15
8. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Signalverarbeitungsknoten (Ma, Sl) über ein Sende- oder Empfangsorgan (S1, E1) mit dem jeweils nächst benachbarten Signalverarbeitungsknoten (Ma, Sl) und über ein redundantes Sende- oder Empfangsorgan (S2, E2) mit dem jeweils übernächst benachbarten Signalverarbeitungsknoten (ma, Sl) gekoppelt ist. 20
9. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die redundanten Sende- und Empfangsorgane (S1, S2, E1, E2) jedes Signalverarbeitungsknotens (Ma, Sl) zueinander gegensinnig zur Realisierung redundanter Informationsflüsse (K1, K2) einander entgegengesetzten Umlaufsinn in der Ringstruktur angeordnet sind. 25
10. Antriebssystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Signalverarbeitungsknoten (Ma, Sl) über wenigstens zwei zueinander redundante Sende- oder Empfangsorgane (S1, S2, E1, E2) mit einem, vorzugsweise dem jeweils nächst benachbarten Signalverarbeitungsknoten (Ma, Sl) gekoppelt ist. 30
11. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Knoten (Ma, Sl) des ringartigen Signalverarbeitungsgraphen (K1) mit einem Knoten (Ma, Sl) eines anderen Signalverarbeitungsgraphen (K3) oder mit einer anderen Signalverarbeitungseinheit gekoppelt ist. 35
12. Antriebssystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopplung über eine vorzugsweise parallele Busschnittstelle (L3) erfolgt. 40
13. Antriebssystem nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringgraph-Knoten (K1, Ma, Sl) zur Kopplung mit dem anderen Signalverarbeitungsgraphen (Ma, Sl) beziehungsweise der anderen Signalverarbeitungseinheit mit Mitteln zur Synchronisation (SSKS) dieser beiden gekoppelten Systeme versehen und ohne Signalverarbeitungsmittel ausgeführt ist. 45
- 50
- 55
- 60

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

65

BEST AVAILABLE COPY

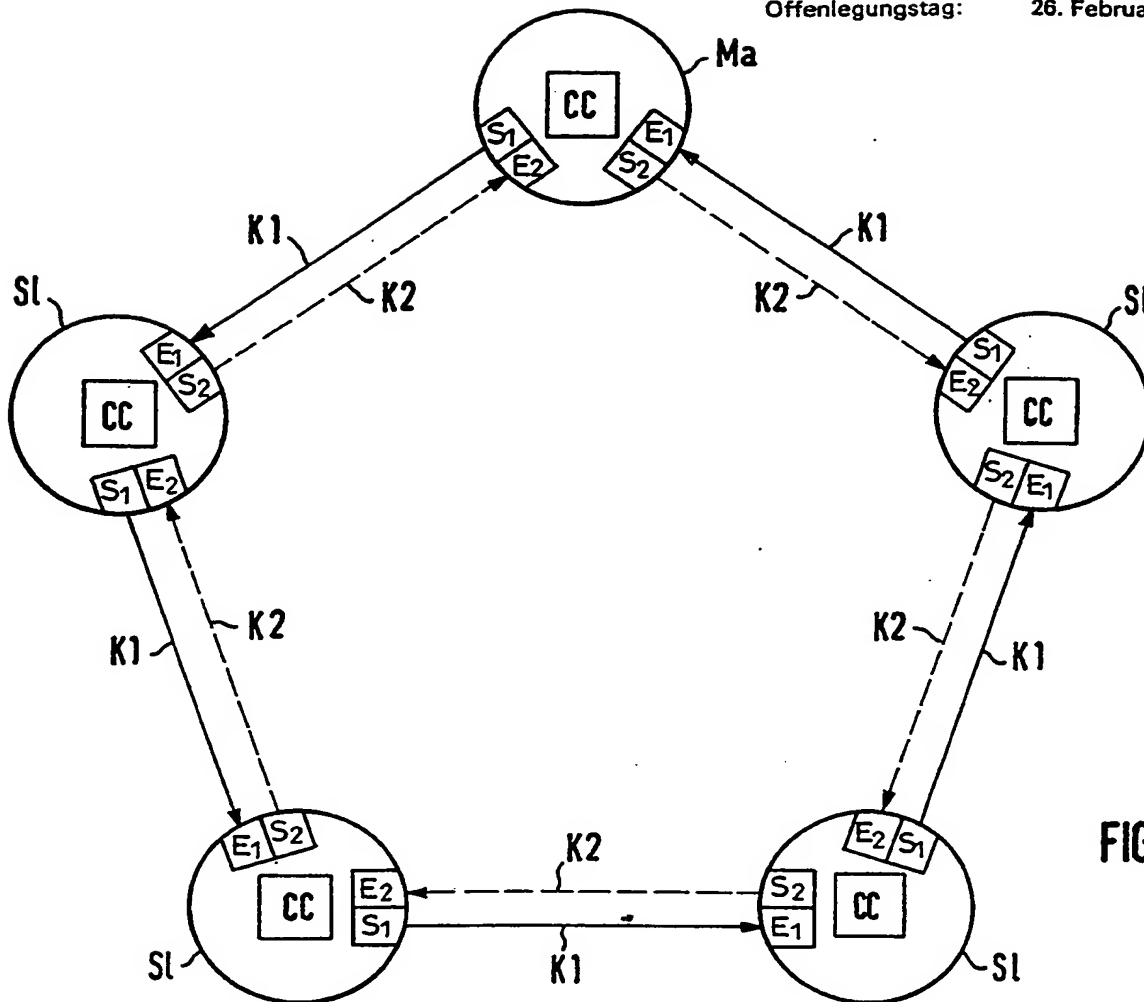


FIG. 1

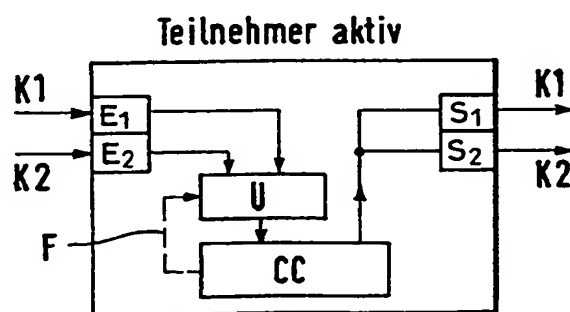


FIG. 2a

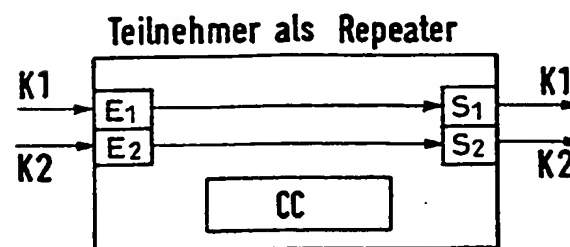


FIG. 2b

702 069/214

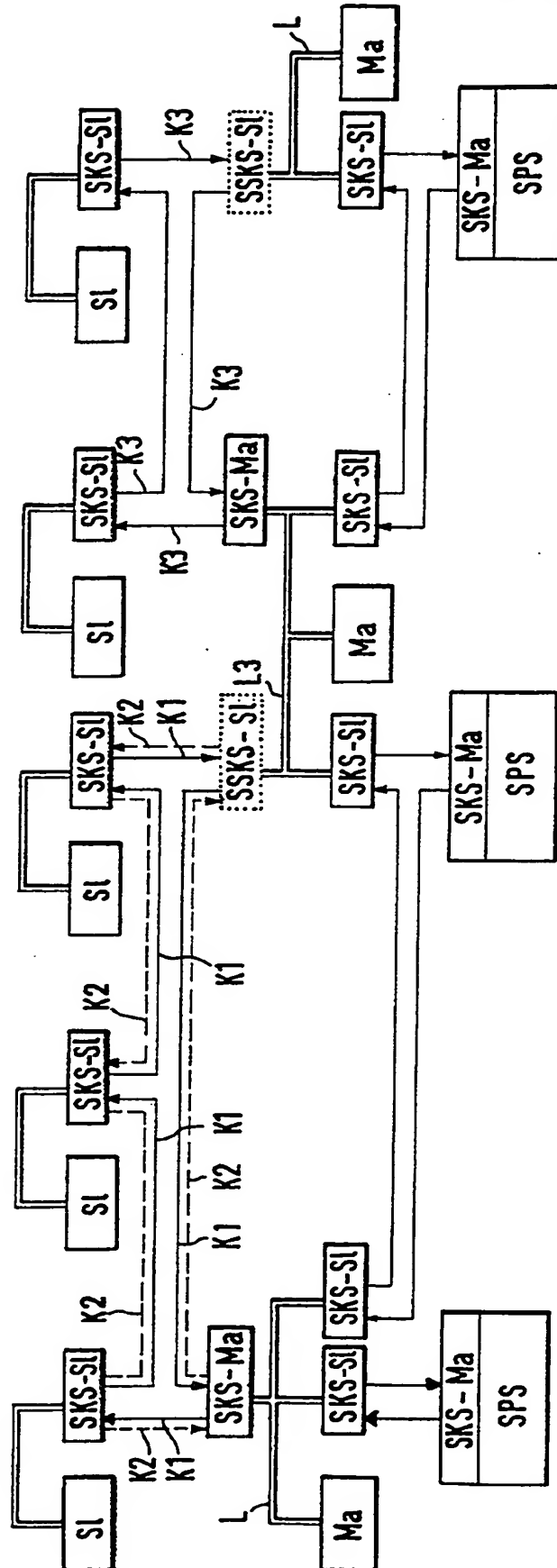


FIG. 3

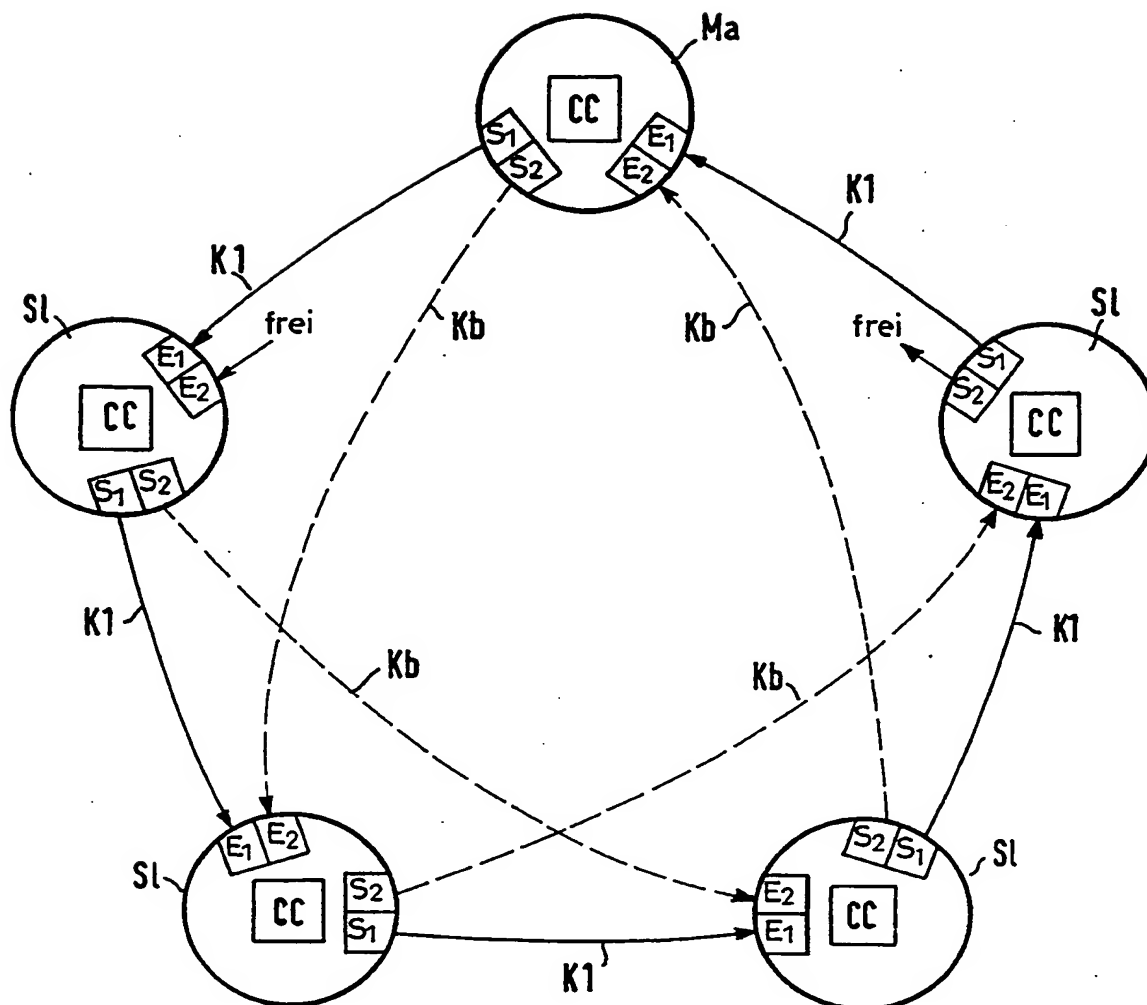


FIG. 4

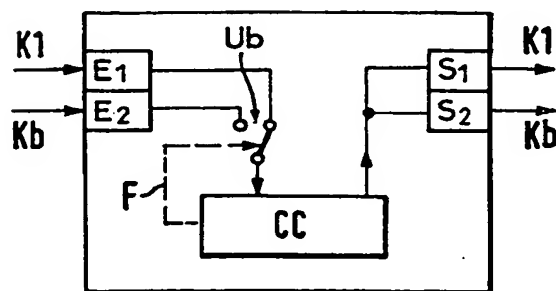


FIG. 5

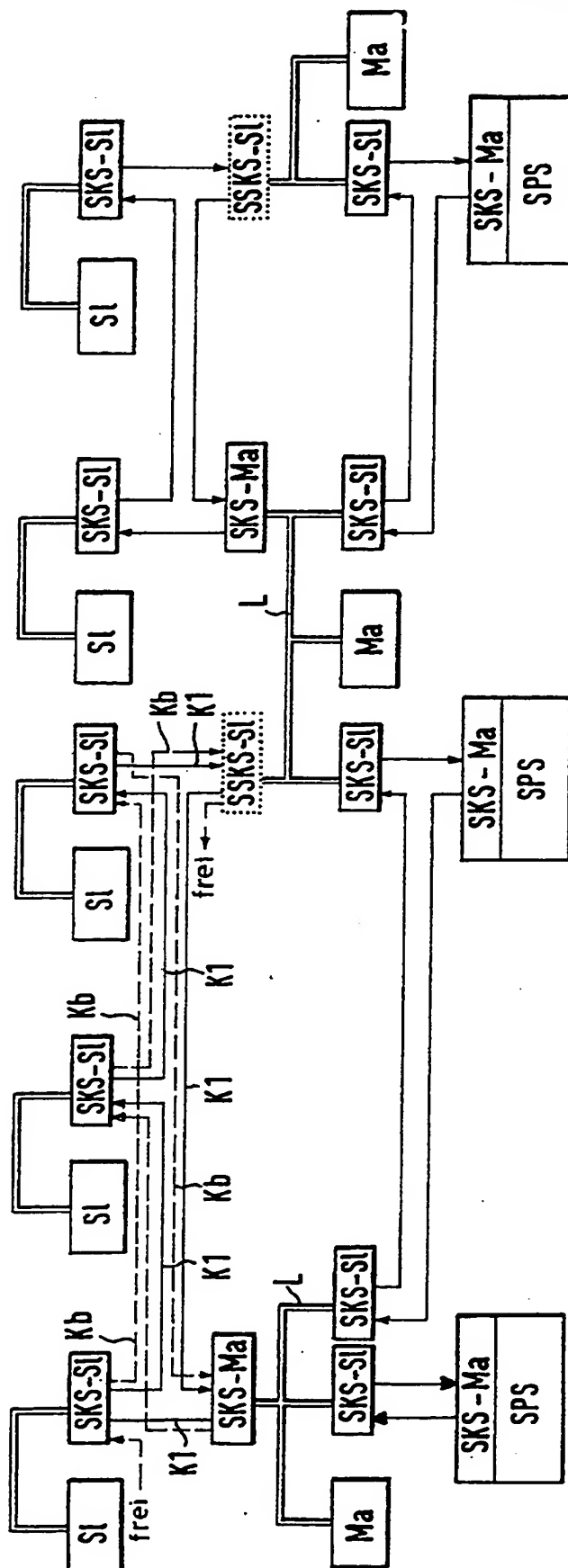


FIG. 6